



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111061031 B

(45) 授权公告日 2021.12.07

(21) 申请号 201911175904.7

G02B 7/183 (2021.01)

(22) 申请日 2019.11.26

审查员 董亚方

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111061031 A

(43) 申请公布日 2020.04.24

(73) 专利权人 北京空间机电研究所

地址 100076 北京市丰台区南大红门路1号
9201信箱5分箱

(72) 发明人 刘霄扬 连华东 张雅琳 丁世涛

张凤琴 潘浩 魏泽宇

(74) 专利代理机构 中国航天科技专利中心

11009

代理人 胡健男

(51) Int. Cl.

G02B 7/182 (2021.01)

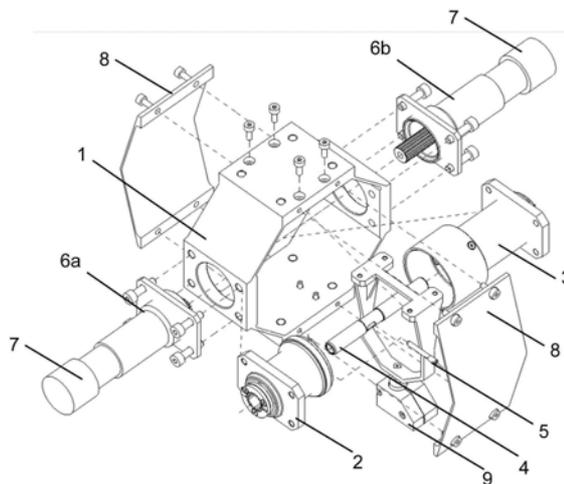
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种空间封闭式柔性精密调整装置及其装配方法

(57) 摘要

本发明一种空间封闭式柔性精密调整装置及其装配方法,装置包括菱形弹性结构(1)、螺旋组件1(2)、螺旋组件2(3)、平动螺杆(4)、限位螺柱(5)、电机组件(6)、角位移传感器(7)、抗扭支撑(8)和直线位移传感器组件(9)。本发明封闭式柔性精密调整装置通过差动螺旋的传动设计在实现亚微米级高精度以及良好自锁性能的同时,通过菱形弹性结构(1)进行了位移的传递;通过抗扭支撑(8)大幅度提高了装置的抗扭能力。本发明装配方法对于保证装置的性能具有重要作用,主要包括先完成主备螺旋组件以及平动螺杆的组装,然后以菱形弹性支架为基准安装上述结构,同时安装直线位移传感器组件,之后安装主备电机组件,最后安装抗扭支撑结构。



1. 一种空间封闭式柔性精密调整装置,其特征在于:包括菱形弹性结构(1)、螺旋组件1(2)、螺旋组件2(3)、平动螺杆(4)、限位螺柱(5)、电机组件(6)、角位移传感器(7)、抗扭支撑(8)和直线位移传感器组件(9);

每一组螺旋组件1(2)包括内螺纹外罩1(21)、内螺母1(22)、转接组件1(23)和限位端盖(24);

每一组螺旋组件2(3)包括内螺纹外罩2(31)、内螺母2(32)和转接组件2(33);

电机组件(6),包括:电机组件1(6a)、电机组件2(6b);

所述的菱形弹性结构(1)为八棱柱形状,其中四个侧面为薄壁、另外四个侧面为端面;薄壁与端面交错排布;菱形弹性结构(1)的两端的端面为八边形;侧面的两个相对端面上分别设置穿过内螺纹外罩1(21)和内螺纹外罩2(31)的孔,作为安装孔1和安装孔2;

内螺纹外罩1(21)为中空腔体,两端开放;内螺母1(22)的内壁、外壁均设有螺纹,内螺母1(22)设在内螺纹外罩1(21)内,内螺母1(22)的外壁的螺纹与内螺纹外罩1(21)的内壁的螺纹配合连接;转接组件1(23)的一端与内螺母1(22)通过螺钉连接,转接组件1(23)的另一端伸出内螺纹外罩1(21)的一端与电机组件1(6a)连接;内螺纹外罩1(21)的另一端与限位端盖(24)配合,实现内螺纹外罩1(21)的另一端封闭;限位端盖(24)的外侧设有凸台,凸台上设有螺纹孔;螺纹孔的中心轴线垂直于内螺母1(22)的中心轴线;内螺纹外罩1(21)的靠近一端的外壁设有连接法兰,与菱形弹性结构(1)的侧面的一个端面连接,内螺纹外罩1(21)的一端穿过安装孔1;

内螺纹外罩2(31)为中空腔体,两端开放;内螺母2(32)的内壁、外壁均设有螺纹,内螺母2(32)设在内螺纹外罩2(31)内,内螺母2(32)的外壁的螺纹与内螺纹外罩2(31)的内壁的螺纹配合连接;转接组件2(33)的一端与内螺母2(32)通过螺钉连接,转接组件2(33)的另一端伸出内螺纹外罩2(31)的一端与电机组件2(6b)连接;内螺纹外罩2(31)的靠近一端的外壁设有连接法兰,与菱形弹性结构(1)的侧面的另一个端面连接,内螺纹外罩2(31)的一端穿过安装孔2;

菱形弹性结构(1)的侧面连接内螺纹外罩1(21)和内螺纹外罩2(31)的端面相对设置且平行;电机组件1(6a)、电机组件2(6b)分别安装在相对设置且平行的端面的外侧;

平动螺杆(4)的两端分别穿过转接组件1(23)和转接组件2(33),连接螺旋组件1(2)的内螺母1(22)的内螺纹和螺旋组件2(3)中的内螺母2(32)的内螺纹;

限位螺柱(5)用于限制平动螺杆(4)的位移,限位螺柱(5)穿过平动螺杆(4)中间的腰孔并在限位端盖(24)的螺纹孔上固定;

角位移传感器(7)为两个,分别安装在电机组件1(6a)、电机组件2(6b)上,用于测量电机组件1(6a)、电机组件2(6b)的输出轴角位移;

直线位移传感器组件(9)能够测量菱形弹性结构(1)的位移;

抗扭支撑(8)安装于菱形弹性结构(1)两端的端面上。

2. 根据权利要求1所述的一种空间封闭式柔性精密调整装置,其特征在于:所述的内螺母1(22)或者内螺母2(32)的材料为铝青铜。

3. 根据权利要求1所述的一种空间封闭式柔性精密调整装置,其特征在于:所述的菱形弹性结构(1)或者抗扭支撑(8)的材料为钛合金。

4. 根据权利要求1所述的一种空间封闭式柔性精密调整装置,其特征在于:所述的平动

螺杆(4),内螺纹外罩1(21)或者内螺纹外罩2(31)的材料为不锈钢。

5.根据权利要求1所述的一种空间封闭式柔性精密调整装置,其特征在于:直线位移传感器组件(9),分为两部分,上半部分为支架形式,上端通过安装耳片固定在菱形弹性结构(1)上端面内壁,下端螺接传感器铁芯;下半部分为直线位移传感器感应组件通过螺钉固定于菱形弹性结构(1)下端内壁。

6.一种空间封闭式柔性精密调整装置的装配方法,其特征在于步骤如下:

(1)首先完成螺旋组件1装配,其内部的内螺母1通过3个紧定螺钉与转接组件1连接在一起,把上述装配好的螺旋组件1和转接组件1轻轻旋进内螺纹外罩1内,保证在内螺纹外罩1内能够自由转动,最终位置保持在设计的零位后安装上限位端盖;

(2)完成螺旋组件2装配,其内部的内螺母2通过3个紧定螺钉与转接组件2连接在一起,把上述装配好的螺旋组件2和转接组件2轻轻旋进内螺纹外罩2内,保证在内螺纹外罩2内能够自由转动,最终位置保持在设计的零位;

(3)两个螺旋组件装配完成后,将螺旋组件1的内部组合体与内螺纹外罩1通过工装限定相对位移,将平动螺杆螺纹段较短的一端从螺旋组件1的内螺母一侧沿中心轴线轻轻旋进达到设计零位后将限位螺柱穿过平动螺杆中间的腰孔并螺接于限位端盖上与之对应的螺纹孔中固定;

(4)螺旋组件2则从平动螺杆的另一端轻轻旋转安装,旋转过程中将螺旋组件2的内部组合体与内螺纹外罩2通过工装限定相对位移,而后将直线位移传感器支架端套入,调整至最小长度后将螺旋组件1、螺旋组件2和平动螺杆、限位螺柱组成的装配体,以螺旋组件1中内螺纹外罩1法兰面为基准通过菱形弹性结构侧面的一个端面的安装孔1作为导向装入其中,而后用工装保证螺旋组件1的内部组合体与内螺纹外罩1无相对位移的情况下旋转调整螺旋组件2,使其法兰面与菱形弹性结构安装孔2所在端面贴合,再将支架端固定在菱形弹性结构上端面内壁处;

(5)然后将电机组件1通过菱形弹性结构的侧面的一个端面的四个通孔与螺旋组件1对接后紧固安装;将电机组件2通过菱形弹性结构的侧面的另一个端面的四个通孔与螺旋组件2对接后紧固安装;

(6)将直线位移传感器组件下半部分的感应组件通过螺钉固定于菱形弹性结构下端内壁;最后再把两个抗扭支撑固定于菱形弹性结构的两端的端面上,至此完成单个柔性精密调整组件的装配。

7.根据权利要求6所述的一种空间封闭式柔性精密调整装置的装配方法,其特征在于:所述的内螺母1(22)或者内螺母2(32)的材料为铝青铜。

8.根据权利要求6所述的一种空间封闭式柔性精密调整装置的装配方法,其特征在于:所述的菱形弹性结构(1)或者抗扭支撑(8)的材料为钛合金。

9.根据权利要求6所述的一种空间封闭式柔性精密调整装置的装配方法,其特征在于:所述的平动螺杆(4),内螺纹外罩1(21)或者内螺纹外罩2(31)的材料为不锈钢。

10.根据权利要求6所述的一种空间封闭式柔性精密调整装置的装配方法,其特征在于:直线位移传感器组件(9),分为两部分,上半部分为支架形式,上端通过安装耳片固定在菱形弹性结构(1)上端面内壁,下端螺接传感器铁芯;下半部分为直线位移传感器感应组件通过螺钉固定于菱形弹性结构(1)下端内壁。

一种空间封闭式柔性精密调整装置及其装配方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种空间封闭式柔性精密调整装置及其装配方法,是一种应用于航天光学遥感器的柔性精密调整装置及其装配方法,属于航天光学遥感器技术领域,

背景技术

[0002] 随着空间主动光学应用的不断发展,需要通过在轨精密调整实现良好的成像质量,因此对于空间环境下应用的精密调整机构的需求也越来越多,目前出现了多种用于空间光学元件位置和成像质量调整的精密机构,诸如六自由度并联机构、二维指向机构。特别是在空间次镜位置调整中,六自由度机构得到了广泛应用,能够同时实现次镜组件五到六个自由度的调整。然而,在一些特定应用中,比如仅仅需要调整有限个自由度的情况下,使用六自由度机构不仅构型复杂,控制难度大,结构的刚度也往往难以提高。

发明内容

[0003] 本发明的技术解决问题是:克服现有技术的不足,提供了一种空间封闭式柔性精密调整装置及其装配方法,具有非常高稳定性,提高了装置的抗扭能力。

[0004] 本发明的技术解决方案是:一种空间封闭式柔性精密调整装置,其特征在于:包括菱形弹性结构、螺旋组件1、螺旋组件2、平动螺杆、限位螺柱、电机组件、角位移传感器、抗扭支撑和直线位移传感器组件;

[0005] 每一组螺旋组件1包括内螺纹外罩1、内螺母1、转接组件1和限位端盖;

[0006] 每一组螺旋组件2包括内螺纹外罩2、内螺母2和转接组件2;

[0007] 电机组件,包括:电机组件1、电机组件2;

[0008] 所述的菱形弹性结构为八棱柱形状,其中四个侧面为薄壁、另外四个侧面为端面;薄壁与端面交错排布;菱形弹性结构的两端的端面为八边形;侧面的两个相对端面上分别设置穿过内螺纹外罩1和内螺纹外罩2的孔,作为安装孔1和安装孔2;

[0009] 内螺纹外罩1为中空腔体,两端开放;内螺母1的内壁、外壁均设有螺纹,内螺母1设在内螺纹外罩1内,内螺母1的外壁的螺纹与内螺纹外罩1的内壁的螺纹配合连接;转接组件1的一端与内螺母1通过螺钉连接,转接组件1的另一端伸出内螺纹外罩1的一端与电机组件1连接;内螺纹外罩1的另一端与限位端盖配合,实现内螺纹外罩1的另一端封闭;限位端盖的外侧设有凸台,凸台上设有螺纹孔;螺纹孔的中心轴线垂直于内螺母1的中心轴线;内螺纹外罩1的靠近一端的外壁设有连接法兰,与菱形弹性结构的侧面的一个端面连接,内螺纹外罩1的一端穿过安装孔1;

[0010] 内螺纹外罩2为中空腔体,两端开放;内螺母2的内壁、外壁均设有螺纹,内螺母2设在内螺纹外罩2内,内螺母2的外壁的螺纹与内螺纹外罩2的内壁的螺纹配合连接;转接组件2的一端与内螺母2通过螺钉连接,转接组件2的另一端伸出内螺纹外罩2的一端与电机组件2连接;内螺纹外罩2的靠近一端的外壁设有连接法兰,与菱形弹性结构的侧面的另一个端面连接,内螺纹外罩2的一端穿过安装孔2;

- [0011] 菱形弹性结构的侧面连接内螺纹外罩和内螺纹外罩2的端面相对设置且平行；电机组件1、电机组件2分别安装在相对设置且平行的端面的外侧；
- [0012] 平动螺杆的两端分别穿过转接组件1和转接组件2，连接螺旋组件1的内螺母1的内螺纹和螺旋组件2中的内螺母2的内螺纹；
- [0013] 限位螺柱用于限制平动螺杆的位移，限位螺柱穿过平动螺杆中间的腰孔并在限位端盖的螺纹孔上固定；
- [0014] 角位移传感器为两个，分别安装在电机组件1、电机组件2上，用于测量电机组件1、电机组件2的输出轴角位移；
- [0015] 直线位移传感器组件能够测量菱形弹性结构的位移。
- [0016] 抗扭支撑安装于菱形弹性结构两端的端面上。
- [0017] 优选的，所述的内螺母1或者内螺母2的材料为铝青铜。
- [0018] 优选的，所述的菱形弹性结构或者抗扭支撑的材料为钛合金。
- [0019] 优选的，所述的平动螺杆，内螺纹外罩1或者内螺纹外罩2的材料为不锈钢。
- [0020] 优选的，直线位移传感器组件，分为两部分，上半部分为支架形式，上端通过安装耳片固定在菱形弹性结构上端面内壁，下端螺接传感器铁芯；下半部分为直线位移传感器感应组件通过螺钉固定于菱形弹性结构下端面内壁。
- [0021] 优选的，每一组内螺母1与内螺母2结构形式相同，包括内螺母紧定端、内螺母外端、波纹弹簧、调整垫片。
- [0022] 内螺母1的内部设有一中空内腔体，调整垫片放置在内螺母紧定端的内腔端面上，波纹弹簧在施加预紧力后一面贴紧调整垫片另一面贴紧内螺母外端的内腔端面；内螺母紧定端与内螺母外端通过螺钉紧固。
- [0023] 优选的，抗扭支撑为V字型薄壁构成，螺接于菱形弹性结构的两端的端面上。
- [0024] 优选的，一种封闭式柔性精密调整装置的装配方法，步骤如下：
- [0025] (1) 首先完成螺旋组件1装配，其内部的内螺母1通过3个紧定螺钉与转接组件1连接在一起，把上述装配好的组件轻轻旋进内螺纹外罩1内，保证在内螺纹外罩1内能够自由转动，最终位置保持在设计的零位后安装上限位端盖。
- [0026] (2) 完成两个螺旋组件2装配，其内部的内螺母2通过3个紧定螺钉与转接组件2连接在一起，把上述装配好的组件轻轻旋进内螺纹外罩2内，保证在内螺纹外罩2内能够自由转动，最终位置保持在设计的零位。
- [0027] (3) 两个螺旋组件装配完成后，将螺旋组件1的内部组合体与内螺纹外罩1通过工装限定相对位移，将平动螺杆螺纹段较短的一端从螺旋组件1的内螺母一侧沿中心轴线轻轻旋进达到设计零位后将限位螺柱穿过平动螺杆中间的腰孔并螺接于限位端盖上与之对应的螺纹孔中固定。
- [0028] (4) 螺旋组件2则从平动螺杆的另一端轻轻旋转安装，旋转过程中将螺旋组件2的内部组合体与内螺纹外罩2通过工装限定相对位移，而后将直线位移传感器支架端套入，调整至最小长度后将螺旋组件1、螺旋组件2和平动螺杆、限位螺柱组成的装配体，以螺旋组件1中内螺纹外罩1法兰面为基准通过菱形弹性结构侧面的一个端面的安装孔1作为导向装入其中，而后用工装保证螺旋组件1的内部组合体与内螺纹外罩1无相对位移的情况下旋转调整螺旋组件2，使其法兰面与菱形弹性结构安装孔2所在端面贴合，再将支架端固定在菱形

弹性结构上端面内壁处。

[0029] (5) 然后将电机组件1通过菱形弹性结构的侧面的一个端面的四个通孔与螺旋组件1对接后紧固安装;将电机组件2通过菱形弹性结构的侧面的另一个端面的四个通孔与螺旋组件2对接后紧固安装。

[0030] (6) 将直线位移传感器组件下半部分的感应组件通过螺钉固定于菱形弹性结构下端面内壁。最后再把两个抗扭支撑固定于菱形弹性结构的两端的端面上,至此完成单个柔性精密调整组件的装配。

[0031] 优选的,所述的内螺母1或者内螺母2的材料为铝青铜。

[0032] 优选的,所述的菱形弹性结构或者抗扭支撑的材料为钛合金。

[0033] 优选的,所述的平动螺杆,内螺纹外罩1或者内螺纹外罩2的材料为不锈钢。

[0034] 优选的,直线位移传感器组件,分为两部分,上半部分为支架形式,上端通过安装耳片固定在菱形弹性结构上端面内壁,下端螺接传感器铁芯;下半部分为直线位移传感器感应组件通过螺钉固定于菱形弹性结构下端面内壁。

[0035] 本发明与现有技术相比的优点在于:

[0036] (1) 本发明封闭式柔性精密调整装置通过差动螺旋的传动设计在实现亚微米级高精度以及良好自锁性能的同时,通过内螺母中的波纹弹簧装配消除了螺纹的轴向间隙,拥有高稳定性;

[0037] (2) 本发明通过抗扭支撑的设计大幅度提高了装置在垂直于菱形弹性结构两端的端面方向上的抗扭能力;

[0038] (3) 本发明通过直线位移传感器与角位移传感器两种闭环的测量方式提升了装置的可靠性。

[0039] (4) 本发明针对空间光学元件诸如次镜组件等的1~3维自由度调整需求,提出了一种封闭式柔性精密调整装置,该装置调整精度高,分辨率能够达到亚角秒,结构刚度大,结构紧凑,设计可靠性高,并且具有非常大的掉电自锁能力,能够满足空间发射及在轨环境要求,在航天光学遥感器领域有着重要的实用价值。

[0040] (5) 本发明是一种以高可靠性、高刚度等特性来设计一种封闭式柔性精密调整装置,并与步进电机相配合使用,产生高分辨率的微位移效果:通过差动螺旋的传动设计,能够实现亚微米级高精度以及良好自锁性能;通过内螺母中波纹弹簧的装配消除了螺纹的轴向间隙,具有非常高稳定性;通过抗扭支撑设计大幅度提高了装置的抗扭能力。

附图说明

[0041] 图1为本发明封闭式柔性精密调整装置的立体爆炸图;

[0042] 图2为本发明精密调整组件中螺旋组件1的剖视图。

[0043] 图3为本发明精密调整组件中螺旋组件2的剖视图。

[0044] 图4为螺旋组件1、2中内螺母组件的剖视图

[0045] 图5为本发明精密调整组件的立体图。

具体实施方式

[0046] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0047] 本发明一种空间封闭式柔性精密调整装置,包括菱形弹性结构、螺旋组件1、螺旋组件2、平动螺杆4、限位螺柱5、电机组件6、角位移传感器7、抗扭支撑8和直线位移传感器组件9。本发明封闭式柔性精密调整装置通过差动螺旋的传动设计在实现亚微米级高精度以及良好自锁性能的同时,通过菱形弹性结构进行了位移的传递;通过抗扭支撑8大幅度提高了装置的抗扭能力。本发明装配方法对于保证装置的性能具有重要作用,主要包括先完成主备螺旋组件以及平动螺杆的组装,然后以菱形弹性支架为基准安装上述结构,同时安装直线位移传感器组件,之后安装主备电机组件,最后安装抗扭支撑结构。

[0048] 本发明一种空间封闭式柔性精密调整装置,包括菱形弹性结构、螺旋组件1、螺旋组件2、平动螺杆、限位螺柱、电机组件、角位移传感器、抗扭支撑和直线位移传感器组件;

[0049] 每一组螺旋组件1包括内螺纹外罩1、内螺母1、转接组件1和限位端盖;

[0050] 每一组螺旋组件2包括内螺纹外罩2、内螺母2和转接组件2;

[0051] 电机组件,包括:电机组件1、电机组件2;

[0052] 所述的菱形弹性结构为八棱柱形状,其中四个侧面为薄壁、另外四个侧面为端面;薄壁与端面交错排布;菱形弹性结构的两端的端面为八边形;侧面的两个相对端面上分别设置穿过内螺纹外罩1和内螺纹外罩2的孔,作为安装孔1和安装孔2;

[0053] 内螺纹外罩1为中空腔体,两端开放;内螺母1的内壁、外壁均设有螺纹,内螺母1设在内螺纹外罩1内,内螺母1的外壁的螺纹与内螺纹外罩1的内壁的螺纹配合连接;转接组件1的一端与内螺母1通过螺钉连接,转接组件1的另一端伸出内螺纹外罩1的一端与电机组件1连接;内螺纹外罩1的另一端与限位端盖配合,实现内螺纹外罩1的另一端封闭;限位端盖的外侧设有凸台,凸台上设有螺纹孔;螺纹孔的中心轴线垂直于内螺母1的中心轴线;内螺纹外罩1靠近一端的外壁设有连接法兰,与菱形弹性结构的侧面的一个端面连接,内螺纹外罩1的一端穿过安装孔1;

[0054] 内螺纹外罩2为中空腔体,两端开放;内螺母2的内壁、外壁均设有螺纹,内螺母2设在内螺纹外罩2内,内螺母2的外壁的螺纹与内螺纹外罩2的内壁的螺纹配合连接;转接组件2的一端与内螺母2通过螺钉连接,转接组件2的另一端伸出内螺纹外罩2的一端与电机组件2连接;内螺纹外罩2的靠近一端的外壁设有连接法兰,与菱形弹性结构的侧面的另一个端面连接,内螺纹外罩2的一端穿过安装孔2;

[0055] 菱形弹性结构的侧面连接内螺纹外罩1和内螺纹外罩2的端面相对设置且平行;电机组件1、电机组件2分别安装在相对设置且平行的端面的外侧;

[0056] 平动螺杆的两端分别穿过转接组件1和转接组件2,连接螺旋组件1的内螺母1的内螺纹和螺旋组件2中的内螺母2的内螺纹;

[0057] 限位螺柱用于限制平动螺杆的位移,限位螺柱穿过平动螺杆中间的腰孔并在限位端盖的螺纹孔上固定;

[0058] 角位移传感器为两个,分别安装在电机组件1、电机组件2上,用于测量电机组件1、电机组件2的输出轴角位移;

[0059] 直线位移传感器组件能够测量菱形弹性结构的位移。

[0060] 抗扭支撑安装于菱形弹性结构两端的端面上。

[0061] 本发明中,菱形弹性结构,四个薄板延伸后形成的两端开放的四面体的横截面为菱形,其与整个装置的连接关系如图1所示。

[0062] 本发明中,菱形弹性结构中菱形上下、左右两对称轴的比例可以为1~3,大比例拥有放大作用,从而达到更好的精度

[0063] 本发明中,菱形弹性结构中薄壁与端面的厚度比为1:5~1:6之间,菱形弹性结构的大小可根据结构的承载与刚度需求进行调整。

[0064] 本发明中,薄壁与端面交错排布,是指:两个相邻端面之间通过一个薄壁连接,且两个相邻薄壁之间通过一个端面连接。

[0065] 本发明中,转接组件1的一端与内螺母1通过3个紧定螺钉连接,如图2所示。

[0066] 本发明中,转接组件1的另一端与电机组件1连接,其外离合齿与电机输出轴上的花键啮合。

[0067] 本发明中,转接组件2的一端与内螺母2通过3个紧定螺钉连接,如图3所示。

[0068] 本发明中,转接组件2的另一端与电机组件2连接,其外离合齿与电机输出轴上的花键啮合。

[0069] 本发明中,内螺母1与内螺母2的结构形式完全相同,其内壁、外壁均设有螺纹,导程分别选择为0.65mm与0.75mm,如图4所示。

[0070] 本发明中在装配过程中优选方案为:通过工装限定螺旋组件1的内部组合体与内螺纹外罩1之间的相对位移;通过工装限定螺旋组件2的内部组合体与内螺纹外罩2之间的相对位移。

[0071] 本发明中,直线位移传感器组件能够测量菱形弹性结构形变产生的位移,测量的位移方向为:与菱形弹性结构安装内螺纹外罩1、和内螺纹外罩2的端面相正交的另外两个端面中心连线的垂线方向;

[0072] 本发明中,抗扭支撑8,功能为提升装置在垂直于菱形弹性结构两端的端面方向上的抗扭能力,如图5所示。

[0073] 本发明中,抗扭支撑8的V字形薄壁与菱形弹性结构的薄壁厚度相等

[0074] 本发明的空间封闭式柔性精密调整装置的优选工作方式为:为实现封闭式柔性精密调整装置的运动,其采用了菱形弹性结构1,并具备驱动能力备份的功能。菱形弹性结构1侧面的两个相对端面上分别安装两个步进电机组件6,其中6a作为主份,6b作为备份;菱形弹性结构1另外两平行端面分别作为固定约束界面与连接位移输出端的界面。菱形弹性结构的4个薄壁相邻两个边相等相互垂直,也就是说输入的驱动位移量和输出的位移量相等。封闭式柔性精密调整装置采用了活动螺旋传动方式中的固定位置转动的内螺母1带动平动螺杆4做直线运动。当电机组件1(6a)沿顺时针方向转动时,带动内螺母1沿同样方向转动,依次带动平动螺杆4平行移动的同时菱形弹性结构1另外两平行端面垂直方向发生与平动螺杆4相等的位移量。由于内螺母1(22)的内外螺纹的导程分别选择为0.65mm与0.75mm,也就是沿着步进电机沿顺时针方向转动一周,可以实现菱形弹性结构1上、下端面之间的距离增加0.1mm。

[0075] 封闭式柔性精密调整装置,如图1、图5所示,每一组精密调整组件均包括菱形弹性结构、螺旋组件1、螺旋组件2、平动螺杆、限位螺柱、电机组件、角位移传感器、抗扭支撑和直线位移传感器组件。

[0076] 如图2、图3所示,每一组螺旋组件1包括内螺纹外罩1、内螺母1、转接组件1和限位端盖;每一组螺旋组件2包括内螺纹外罩2、内螺母2和转接组件1。

[0077] 本发明的空间封闭式柔性精密调整装置的优选装配方式为:首先完成螺旋组件1的装配,其内部的内螺母1通过3个紧定螺钉与转接组件1连接在一起,把上述装配好的组件轻轻旋进内螺纹外罩1内,保证在内螺纹外罩1内能够自由转动,最终位置保持在设计的零位后安装上限位端盖。螺旋组件2同理,其内部的内螺母2通过3个紧定螺钉与转接组件2连接在一起,把上述装配好的组件轻轻旋进内螺纹外罩2内,保证在内螺纹外罩2内能够自由转动,最终位置保持在设计的零位。两个螺旋组件装配完成后,将螺旋组件1的内部组合体与内螺纹外罩1通过工装限定相对位移,将平动螺杆螺纹段较短的一端从螺旋组件1的内螺母一侧沿中心轴线轻轻旋进达到设计零位后将限位螺柱穿过平动螺杆中间的腰孔并螺接于限位端盖上与之对应的螺纹孔中固定。螺旋组件2则从平动螺杆的另一端轻轻旋转安装,旋转过程中将螺旋组件2的内部组合体与内螺纹外罩2通过工装限定相对位移,而后将直线位移传感器支架端套入,调整至最小长度后将螺旋组件1、螺旋组件2和平动螺杆、限位螺柱组成的装配体,以螺旋组件1中内螺纹外罩1法兰面为基准通过菱形弹性结构侧面的一个端面的安装孔1作为导向装入其中,而后用工装保证螺旋组件1的内部组合体与内螺纹外罩1无相对位移的情况下旋转调整螺旋组件2,使其法兰面与菱形弹性结构安装孔2所在端面贴合,再将支架端固定在菱形弹性结构上端面内壁处。然后将电机组件1通过菱形弹性结构的侧面的一个端面的四个通孔与螺旋组件1对接后紧固安装;将电机组件2通过菱形弹性结构的侧面的另一个端面的四个通孔与螺旋组件2对接后紧固安装。继而将直线位移传感器组件下半部分的感应组件通过螺钉固定于菱形弹性结构下端内壁。最后再把两个抗扭支撑固定于菱形弹性结构的两端的端面上,至此可以完成单个柔性精密调整组件的装配。

[0078] 本发明的一种空间封闭式柔性精密调整装置的装配方法,优选方案步骤如下:

[0079] (1) 首先完成螺旋组件1装配,其内部的内螺母1通过3个紧定螺钉与转接组件1连接在一起,把上述装配好的组件轻轻旋进内螺纹外罩1内,保证在内螺纹外罩1内能够自由转动,最终位置保持在设计的零位后安装上限位端盖;

[0080] (2) 完成两个螺旋组件2装配,其内部的内螺母2通过3个紧定螺钉与转接组件2连接在一起,把上述装配好的组件轻轻旋进内螺纹外罩2内,保证在内螺纹外罩2内能够自由转动,最终位置保持在设计的零位;

[0081] (3) 两个螺旋组件装配完成后,将螺旋组件1的内部组合体与内螺纹外罩1通过工装限定相对位移,将平动螺杆螺纹段较短的一端从螺旋组件1的内螺母一侧沿中心轴线轻轻旋进达到设计零位后将限位螺柱穿过平动螺杆中间的腰孔并螺接于限位端盖上与之对应的螺纹孔中固定;

[0082] (4) 螺旋组件2则从平动螺杆的另一端轻轻旋转安装,旋转过程中将螺旋组件2的内部组合体与内螺纹外罩2通过工装限定相对位移,而后将直线位移传感器支架端套入,调整至最小长度后将螺旋组件1、螺旋组件2和平动螺杆、限位螺柱组成的装配体,以螺旋组件1中内螺纹外罩1法兰面为基准通过菱形弹性结构侧面的一个端面的安装孔1作为导向装入其中,而后用工装保证螺旋组件1的内部组合体与内螺纹外罩1无相对位移的情况下旋转调整螺旋组件2,使其法兰面与菱形弹性结构安装孔2所在端面贴合,再将支架端固定在菱形弹性结构上端面内壁处;

[0083] (5) 然后将电机组件1通过菱形弹性结构的侧面的一个端面的四个通孔与螺旋组件1对接后紧固安装;将电机组件2通过菱形弹性结构的侧面的另一个端面的四个通孔与螺

旋组件2对接后紧固安装;

[0084] (6)将直线位移传感器组件下半部分的感应组件通过螺钉固定于菱形弹性结构下端面内壁;最后再把两个抗扭支撑固定于菱形弹性结构的两端的端面上,至此完成单个柔性精密调整组件的装配。

[0085] 本发明封闭式柔性精密调整装置通过差动螺旋的传动设计在实现亚微米级高精度以及良好自锁性能的同时,通过内螺母中的波纹弹簧装配消除了螺纹的轴向间隙,拥有高稳定性;本发明通过抗扭支撑的设计大幅度提高了装置在垂直于菱形弹性结构两端的端面方向上的抗扭能力;

[0086] 本发明通过直线位移传感器与角位移传感器两种闭环的测量方式提升了装置的可靠性,本发明针对空间光学元件诸如次镜组件等的1~3维自由度调整需求,提出了一种封闭式柔性精密调整装置,该装置调整精度高,分辨率能够达到亚角秒,结构刚度大,结构紧凑,设计可靠性高,并且具有非常大的掉电自锁能力,能够满足空间发射及在轨环境要求,在航天光学遥感器领域有着重要的实用价值。

[0087] 本发明是一种以高可靠性、高刚度等特性来设计一种封闭式柔性精密调整装置,并与步进电机相配合使用,产生高分辨率的微位移效果:通过差动螺旋的传动设计,能够实现亚微米级高精度以及良好自锁性能;通过内螺母中波纹弹簧的装配消除了螺纹的轴向间隙,具有非常高稳定性;通过抗扭支撑设计大幅度提高了装置的抗扭能力。

[0088] 本发明说明书中未作详细描述的内容属本领域技术人员的公知技术。

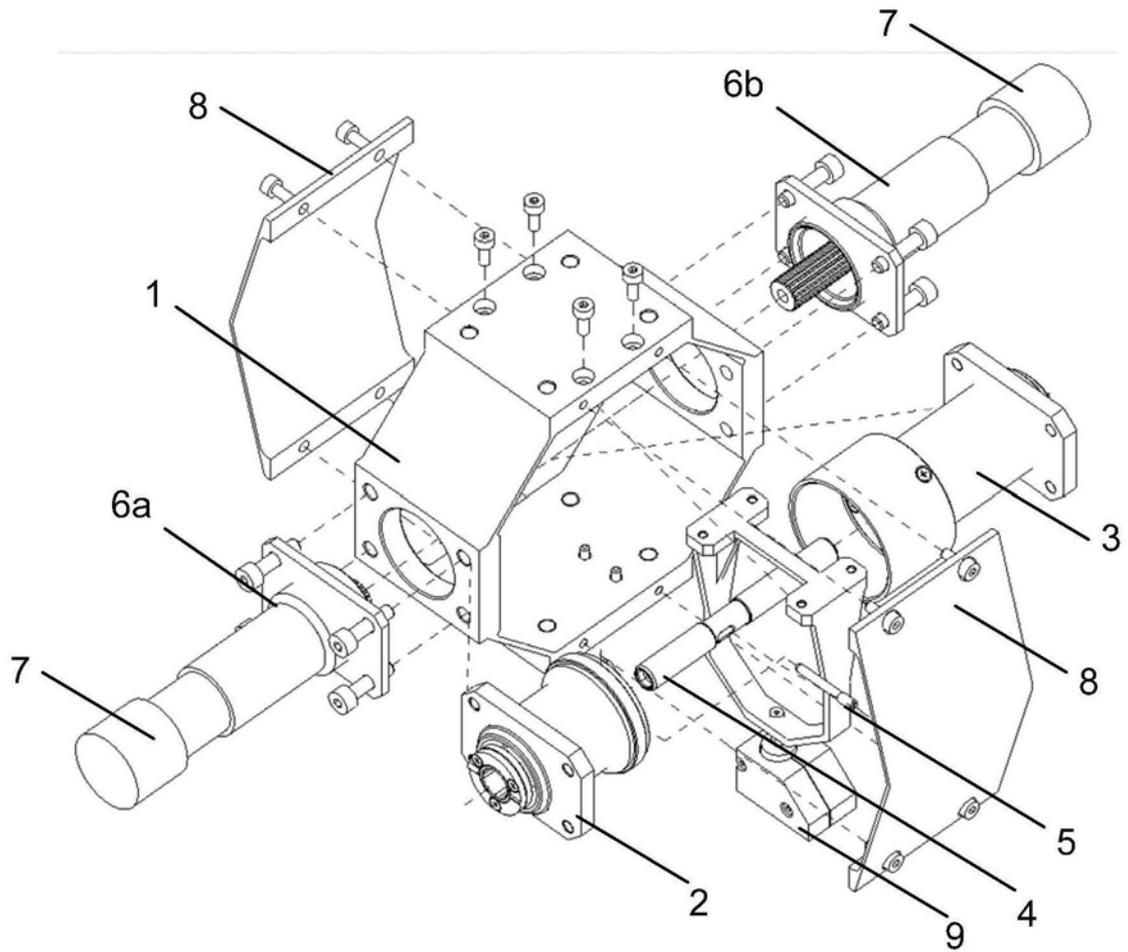


图1

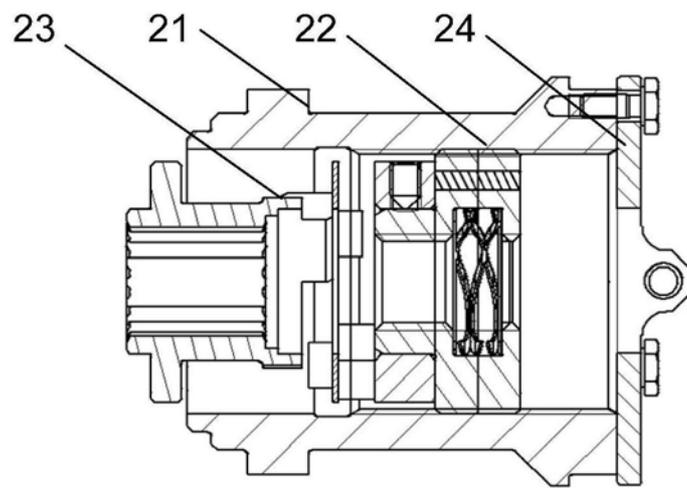


图2

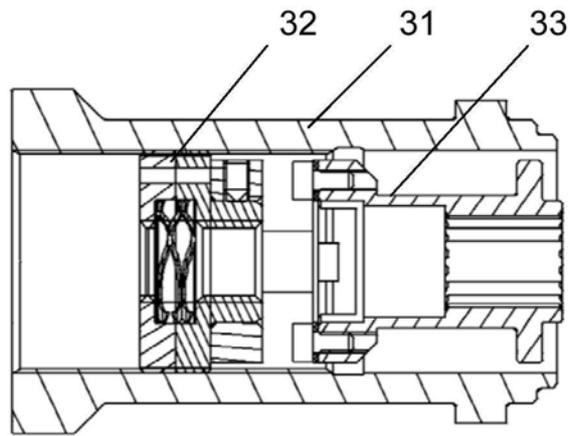


图3

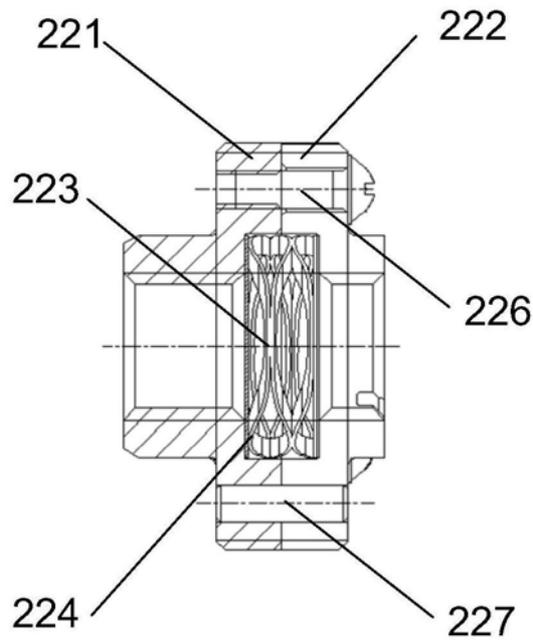


图4

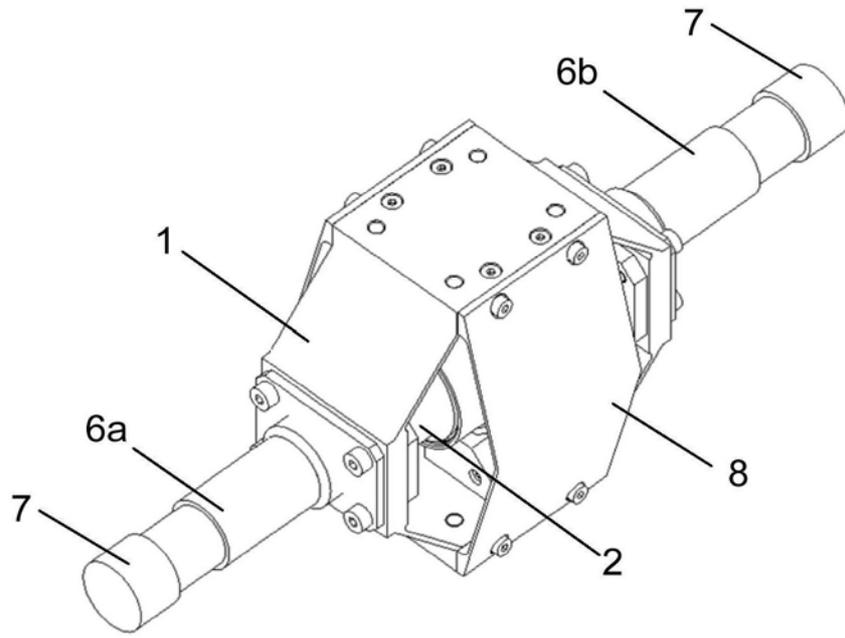


图5